

22.11.2004

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 4 年   4 月   5 日  
Date of Application:

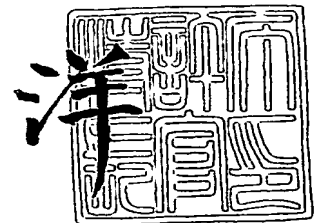
出 願 番 号            特 願 2 0 0 4 - 1 1 0 8 1 7  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 4 - 1 1 0 8 1 7 ]

出   願   人            日 亜 化 学 工 業 株 式 有 限 公 司  
Applicant(s):

2 0 0 5 年   1 月   7 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

小 川



出証番号    出証特 2 0 0 4 - 3 1 2 0 4 1 2

【書類名】 特許願  
【整理番号】 12004061  
【あて先】 特許庁長官 殿  
【国際特許分類】 H01L 33/00  
【発明者】  
    【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0  
                        日亜化学工業株式会社内  
    【氏名】 村山 隆史  
【発明者】  
    【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0  
                        日亜化学工業株式会社内  
    【氏名】 玉置 寛人  
【発明者】  
    【住所又は居所】 徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0  
                        日亜化学工業株式会社内  
    【氏名】 武市 順司  
【特許出願人】  
    【識別番号】 000226057  
    【氏名又は名称】 日亜化学工業株式会社  
    【代表者】 小川 英治  
【手数料の表示】  
    【予納台帳番号】 010526  
    【納付金額】 16,000円  
【提出物件の目録】  
    【物件名】 特許請求の範囲 1  
    【物件名】 明細書 1  
    【物件名】 図面 1  
    【物件名】 要約書 1

**【書類名】特許請求の範囲****【請求項 1】**

発光素子と、該発光素子からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発する蛍光物質を含有する光変換部材とを備える発光装置であって、

該発光装置は、前記発光素子の方から見て前記光変換部材を備える側に、さらに放熱部材を有することを特徴とする発光装置。

**【請求項 2】**

前記放熱部材は、冷媒の流路を有する請求項 1 に記載の発光装置。

**【請求項 3】**

前記放熱部材は、前記冷媒が導入される供給口と、前記流路を還流される冷媒が放出される排出口とを少なくとも一対有する請求項 2 に記載の発光装置。

**【請求項 4】**

前記光変換部材は、開口部を有するように格子状にされた放熱部材に塗布されている請求項 1 乃至 3 に記載の発光装置。

**【請求項 5】**

前記発光素子あるいは前記光変換部材からの光を反射させる光反射部材を有する請求項 1 乃至 4 に記載の発光装置。

**【請求項 6】**

前記放熱部材は、前記発光素子からの光が入射し、前記蛍光物質からの光が所定の方向に出射するような曲面を有する請求項 5 に記載の発光装置。

**【請求項 7】**

前記放熱部材は、少なくとも前記発光素子からの光を透過する材料、または、前記発光素子からの光と前記光変換部材が発する光の両方の光を透過させることのできる材料からなる請求項 1 乃至 6 に記載の発光装置。

**【請求項 8】**

前記蛍光物質は、Al と Y、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu、Ga、In 及び Sm から選択された少なくとも一つの元素とを含み、かつ希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体、および、N を含み、かつ Be、Mg、Ca、Sr、Ba、及び Zn から選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及び Hf から選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体、から選択された少なくとも一種の蛍光体を含む請求項 1 乃至 7 に記載の発光装置。

**【請求項 9】**

前記蛍光物質は、窒化物系蛍光体、酸窒化物系蛍光体、アルカリ土類ケイ酸塩蛍光体、アルカリ土類ハロゲンアパタイト蛍光体、アルカリ土類金属ホウ酸ハロゲン蛍光体、アルカリ土類金属アルミン酸塩、希土類アルミン酸塩系蛍光体、希土類酸硫化物蛍光体、および有機錯体蛍光体から選択される少なくとも一種の蛍光体を含む請求項 1 乃至 8 に記載の発光装置。

**【請求項 10】**

前記光変換部材は、前記蛍光物質とともに拡散剤あるいはフィラーを含有する請求項 1 乃至 9 に記載の発光装置。

**【請求項 11】**

前記光変換部材に入射される光の密度が  $3 \text{ W/cm}^2$  以上とされる請求項 1 乃至 10 に記載の発光装置。

**【請求項 12】**

駆動時における前記光変換部材の温度が  $200^\circ\text{C}$  以下とされる請求項 1 乃至 11 に記載の発光装置。

【書類名】明細書

【発明の名称】発光装置

【技術分野】

【0001】

本発明は、レーザダイオード（LD）、発光ダイオード（LED）のような発光素子が実装されてなる発光装置に関するものであり、特に、発光素子とともに該発光素子からの光を励起光として異なる波長を有する光を発光する蛍光物質を備える発光装置に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオードを利用した照明装置として、多数の発光ダイオードを導電性プレートの上に実装させた照明装置が提案されている。例えば、特許文献1に開示される照明装置は、発光ダイオードが実装されていない側の導電性プレートが冷却体に接続されており、冷却体にて発光ダイオードの放熱を促すことによって、高出力な発光が可能な照明装置とされている。また、放熱性の更なる改善のために、冷却体には冷却液が還流される。

【0003】

また、例えば特許文献2に開示される真空蛍光管は、導体に蛍光体層が被着された陽極と、その陽極に対向する陰極とが、真空容器内に配設されたファクシミリ光源用真空蛍光管である。ここで、蛍光体層が被着された陽極の一部は、真空容器の外へ延伸する延伸部となり、該延伸部が外気に接する冷却部とされている。この蛍光管は、蛍光体層が被着された陽極を熱伝導性のよい金属材料とし、上記冷却部による放熱を促すことで、被着された蛍光体層の発熱を下げるができる。これにより、真空蛍光管は、蛍光体の劣化を防ぎ、発光効率の向上および高輝度発光を維持することができる。

【0004】

【特許文献1】特表2002-544673号公報。

【0005】

【特許文献2】特開昭59-161966号公報。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

一般に、光変換部材に含有される蛍光体の光変換効率は、蛍光体の周囲温度が高くなるにしたがって低下することが知られている。上述の技術は、このような問題を解決する為に発光装置における光変換部材の外部的発熱要因を取り除く方法として考案されたものである。すなわち、発光ダイオードの実装基板を冷却し、また蛍光体が被着された電極の他端に冷却部を設けることにより、外部から熱を受けて発熱する光変換部材の熱を取り除くものである。

【0007】

ところで、従来までに蛍光体を紫外領域で励起する光源として選択されていたものとして、高圧水銀ランプなどが挙げられるが、熱を多量に発生するばかりか、可視光スペクトルを有しており、紫外光のみを取り出す為のフィルタ等が必要であった。本出願人等は、高出力な紫外光を発する窒化物半導体素子を発表し（JJAP Vol.41(2002)L1434-1436）、このような発光素子を蛍光物質の励起光源として利用することを考案した。これにより、従来選択されていた紫外領域で励起する光源と比べ、熱の発生が少なく、フィルタ等を要しなくとも高出力な紫外光スペクトルのみが取り出すことが可能となった。すなわち、発光装置における光変換部材の外部的発熱要因を限りなく無視できるようになった。

【0008】

しかしながら、そのような短波長領域にスペクトルを有する光半導体発光素子を蛍光体の励起光源としても、スペクトルによる光変換部材部の発熱は無視できるものの、蛍光体の発熱が無視できなくなることがわかってきた。すなわち、高エネルギーの励起光に曝される蛍光体は、蛍光体のストークスフォトルミネッセンス機構のロス（以降、「ストークスロス」と呼ぶ。）に起因する自己発熱を起こす。これは、外部的に熱を加えられること

による光変換部材全体の温度上昇とは異なり、光変換部材に含有される蛍光体自身の発熱を起源として光変換効率を自ら低下させているのである。

【0009】

そこで、本発明は、蛍光体の自己発熱を抑制し、光変換部材の劣化を阻止するとともに、蛍光体の発光効率を向上させ、高出力な発光装置を実現させることを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0010】

以上の目的を達成するための本発明に係る発光装置は、発光素子と、該発光素子からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発する蛍光物質を含有する光変換部材とを備える発光装置であって、該発光装置は、上記発光素子の方から見て、上記光変換部材を備える側に、さらに放熱部材を有することを特徴とする。このように構成すると、蛍光体の放熱が従来と比較して効率よく行えるため、蛍光体の自己発熱を抑制し、蛍光体の劣化を防止することにより、蛍光体の光変換効率を向上させ、さらに高出力な発光装置とすることができる。

【0011】

また、放熱部材は、冷媒の流路を有する。これにより、放熱部材による放熱を効率よく行うことができ、蛍光物質からの放熱性がさらに向上するため、さらに高出力な発光装置とすることができる。

【0012】

また、放熱部材は、上記冷媒が導入される供給口と、上記流路を還流される冷媒が放出される排出口とを少なくとも一対有する。このように構成し、放熱部材に冷媒を還流させると、発光装置の放熱性が向上し、高出力な発光装置とすることができる。

【0013】

また、上記光変換部材は、開口部を有するように格子状にされた放熱部材に塗布されている。これにより、発光観測面方向から見て、平面状に塗布された光変換部材の中央部付近からその周辺部の方向への放熱を効率よく行うことができ、蛍光物質からの放熱性がさらに向上するため、さらに高出力な発光装置とすることができる。

【0014】

また、本発明の発光装置は、発光素子あるいは光変換部材からの光を所望の方向へ反射させるための光反射部材を有する。該光反射部材は、放熱部材に隣接して形成されることが好ましい。これにより、発光装置の外部に光反射部材を設ける必要がなくなり、発光装置の構成が簡略化される。

【0015】

また、上記放熱部材は、上記発光素子からの光が入射し、上記蛍光物質により波長変換された光を所定の方向に出射させるような曲面を有する。これにより、発光素子からの光を効率よく集光し、高出力な光を所定の方向に出射させることができる。

【0016】

また、上記放熱部材は、少なくとも発光素子からの光を透過する材料、または、発光素子からの光と光変換部材が発する光の両方の光を透過させることのできる材料からなる。これにより、放熱部材に光変換部材を配置させるとき、発光観測面側の主面だけでなく、発光素子からの光が照射される側の主面にも光変換部材を配置させることができる。

【0017】

また、上記蛍光物質は、AlとY、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu、Ga、In及びSmから選択された少なくとも一つの元素とを含み、かつ希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体、および、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体、から選択された少なくとも一種の蛍光体を含む。また、上記蛍光物質は、窒化物系蛍光体、酸窒化物系蛍光体、アルカリ土類ケイ酸塩蛍光体、アルカリ土類ハロゲンアパタイト蛍光体、アルカリ土類金属ホウ酸ハロ

ゲン蛍光体、アルカリ土類金属アルミン酸塩、希土類アルミン酸塩系蛍光体、希土類酸硫化物蛍光体、および有機錯体蛍光体から選択される少なくとも一種の蛍光体を含む。これにより、白色系の高出力光を発する発光装置とすることができる。

#### 【0018】

さらに、上記光変換部材は、蛍光物質とともに拡散剤あるいはフィラーを含有することができる。これにより、光変換部材の放熱性、耐熱衝撃性あるいは光の指向性が向上された発光装置とすることができる。

#### 【0019】

また、上記光変換部材に入射される光の密度が  $3\text{ W/cm}^2$  以上とされる。このように構成すると、従来技術ではなし得なかった光密度が  $3\text{ W/cm}^2$  以上の高密度で高出力な光を光変換部材に入射させることが可能な発光装置とすることができる。

#### 【0020】

また、駆動時における上記光変換部材の温度が  $200^\circ\text{C}$  以下とされる。このように構成すると、信頼性の高い高出力な発光装置とすることができる。

#### 【発明の効果】

#### 【0021】

本発明は、蛍光体の自己発熱による発光装置の温度上昇を抑制し、蛍光体の劣化を防止することにより、蛍光体の光変換効率を向上させ、高出力な発光装置とすることができる。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0022】

本発明を実施するための最良の形態を、以下に図面を参照しながら説明する。ただし、以下に示す形態は、本発明の技術思想を具体化するための発光装置を例示するものであって、本発明は発光装置を以下に限定するものではない。また、各図面に示す部材の大きさや位置関係などは説明を明確にするために誇張しているところがある。

#### 【0023】

発光素子と、該発光素子からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発する蛍光物質を含有する光変換部材とを備える発光装置において、本発明者らは、該発光装置が、上記発光素子の方から見て上記光変換部材を備える側に、さらに放熱部材を有することを特徴とすることにより、上述したような問題を解決するに至った。

#### 【0024】

すなわち、本発明は、半導体発光素子、光変換部材および放熱部材を備え、その放熱部材により、蛍光体を含有する光変換部材からの放熱を促進させる発光装置である。これにより、高出力の励起光のもと、蛍光体の自己発熱が抑制され、蛍光体の劣化が防止できるため、発光装置の出力低下が生じることなく、さらに高出力な光、例えば白色系等の光を発光することができる。

#### 【0025】

より具体的には、本形態にかかる発光装置は、発光素子からの光が照射される方向に光変換部材を有し、その光変換部材に隣接して、あるいは光変換部材中に、その光変換部材からの放熱を促進させるための放熱部材を有する。放熱部材は、光変換部材が載置される側に流路を有することが好ましい。その流路は、光変換部材からの放熱を促進させる冷媒を有することができる。これにより、高出力かつ高エネルギーの励起光に曝される蛍光体の自己発熱を抑制することができる。なお、本明細書における「冷媒」とは、例えば、冷却水、冷却ガス、低沸点不活性液体のような熱冷却媒体、あるいはペルチェ素子のような固体状の熱傾斜媒体をいう。また、冷媒は、循環させることで発光装置からの放熱が促進されるが、循環させる形態に限定されることはない。

#### 【0026】

本形態における光変換部材は、発光素子からある一定の間隔を空けて、その発光素子からの光が照射される方向に配置される。これにより、光変換部材が発光素子を直に被覆している従来の発光装置と比較して、蛍光体が発光素子から受ける熱の影響を小さくするこ

とができる。本形態において、特に光変換部材は、開口部を有するように格子状にされた平面的な放熱部材に塗布されていることが好ましい。あるいは、放熱部材は、光変換部材中に三次元的な格子状に形成することもできる。すなわち、光変換部材は、その中に放熱部材が網目状に張り巡らされている状態とすることが好ましい。このとき、光変換部材は、格子状の放熱部材のうち、半導体発光素子からの光が照射される面、あるいは発光観測方向の面の少なくとも一方に形成される。

#### 【0027】

また、発光観測方向から見て、平面状に塗布された光変換部材の周辺部は、半導体発光素子を実装される支持部材に対し、熱的に接続されていることが好ましい。ここで、「熱的に接続されている」とは、各部材が直接に接合されているか、他の熱良導性材料を介して接合されていることをいい、接合されている部材間で熱が移動し易い状態をいう。これにより、発光観測面方向から見て、平面状に塗布された光変換部材の中央部付近からその周辺部の方向への放熱を効率よく行うことができ、蛍光物質からの放熱性がさらに向上するため、さらに高出力な発光装置とすることができる。

#### 【0028】

本形態における放熱部材は、発光素子からの光、あるいは光変換部材により波長変換された光を所定の方向に反射させるための光反射部材を有することが好ましい。より詳細に説明すると、半導体発光素子からの光が照射される側から、光変換部材、光反射部材、および放熱部材の順に積層される。あるいは、放熱部材が透光性材料であるときには、半導体発光素子からの光が照射される側から、光変換部材、放熱部材、および光反射部材の順に積層されてもよい。光反射部材の材料としては、Al、AgおよびRhのような白色の金属あるいはそれらを少なくとも一種以上含む合金とされる。あるいは、これらの光反射性の高い金属材料にて放熱部材自体を形成し、光変換部材から出射する光を放熱部材にて直接反射させるようにしてもよい。

#### 【0029】

上記光反射部材を放熱部材に直接塗布させる方法としては、メッキ、スパッタリング、スクリーン印刷等の方法とすることができる。なお、本形態における光反射部材は、放熱部材に直接塗布される形態に限定されることはなく、上述の材料により形成され、放熱部材に隣接されて配置される別の部材としてもよい。

#### 【0030】

放熱部材は、その少なくとも一部に、半導体発光素子からの光が入射し、蛍光物質からの光が所定の方向に出射するような曲面を有することができる。曲面は、放物面、楕円面のような種々の形状の曲面とされ、半導体発光素子からの光が集光され、所定の方向に出射できるような形状とされる。

#### 【0031】

本形態の放熱部材は、その放熱部材の外壁面に対して冷媒が導入される供給口と、放熱部材の流路を還流される冷媒が放出される排出口とを少なくとも一対有する。発光装置に供給口および排出口が形成される位置、数およびそれらの形状は、発光装置の大きさおよび形状を考慮して冷却効果が向上するように選択され、本形態に限定されない。これにより、放熱部材の中に冷媒を還流させることができる。

#### 【0032】

光変換部材に入射される光の密度が  $3\text{ W/cm}^2$  以上、また、発光装置に電流を投入させた駆動時において、光変換部材の温度が  $200^\circ\text{C}$  以下、好ましくは  $120^\circ\text{C}$  以下、さらに好ましくは  $100^\circ\text{C}$  以下とされる。これにより、放熱性が向上された本形態にかかる発光装置は、高出力な発光装置とすることができる。以下、本形態の各構成について詳述する。

#### 【0033】

##### 〔放熱部材〕

本形態の発光装置における放熱部材は、発光素子からの光が照射される側において、光変換部材、特に光変換部材に含有される蛍光物質からの放熱を促進させる部材である。また

、放熱部材は、発光素子が実装される支持部材と熱的に接続され、光変換部材からの熱をその支持部材の方向に放熱させる部材である。以下、本形態における放熱部材について、より詳細に説明する。

#### 【0034】

本形態における放熱部材とは、蛍光体を含有する光変換部材が直接あるいは他の熱良導性部材を介して載置され、蛍光体から発生する熱を発光装置の外部へ伝達させる部材である。また、本形態における放熱部材とは、蛍光体を冷却する冷媒の流路を有し、蛍光体を含有する光変換部材が載置され、蛍光体から発生する熱を光変換部材の外部へ伝達させる部材でもある。ここで、放熱部材は、発光素子が載置される支持部材に対し、熱的に接続されることが好ましい。また、光変換部材の裏面あるいは放熱部材の周辺に空冷ファン、ペルチェ素子のような固体状の熱傾斜媒体あるいは放熱ブロックを有することが好ましい。これにより、光変換部材あるいは放熱部材の熱を効率よく外部へ伝達させることができる。

#### 【0035】

放熱部材の材料は、少なくとも発光素子からの光を透過させることのできる材料、または、発光素子からの光と光変換部材が発する光の両方の光を透過させることのできる材料からなる。これにより、光変換部材は、放熱部材の発光観測面側主面および発光素子からの光が照射される主面の少なくとも一方に載置することができる。なお、光変換部材は、放熱部材に直接固定される形態に限定されることがなく、他の透光性部材を介して放熱部材に実装されてもよいことはいうまでもない。また、光変換部材の発光観測面側の形状は、発光装置からの光の光学特性を考慮してレンズ形状とすることもできる。あるいは、光変換部材の他に、凸レンズや凹レンズのように発光装置からの光の指向性を制御するための光学部材を備える発光装置とすることもできる。さらに、放熱部材の一部を透光性とし、その透光性の部分に蛍光体を含有させることで、光変換部材とすることもできる。また、光変換部材の中に蛍光体を冷却する冷媒の流路を形成させることもできる。

#### 【0036】

本発明において、冷媒の流路は、発光装置の外部に対して閉鎖系、開放系を問わない。開放形の流路を有する放熱部材の一例として、例えば、銅やアルミニウム等の金属を材料とし、内部に冷媒を導通させるための流路を形成させた平板とすることができる。ここで、放熱部材の一部を透過性とするとき、その透光性の部分には、透光性樹脂、石英等の材料を選択する。さらに、放熱部材は、その外壁面に放熱部材内に冷媒を循環させるため、冷媒の供給口と排出口を少なくとも一対有する。放熱部材の流路は、複数の平板状とされた材料の少なくとも一方、例えば、第1の板状部材に溝、凹凸形状および上記供給口・排出口とするための貫通孔を形成し、第1の板状部材と第2の板状部材との対向する面同士を接着させることにより放熱部材とすることができる。ここで、本形態において、流路の形状は、図に示されるものに限定されないことは言うまでもない。例えば、放熱部材の材料の一部である第1の板状部材において、一方の開口部（供給口あるいは排出口）が形成された位置から、他方の開口部まで、流路が徐々に広くなり、さらに流路が徐々に狭くなるように、凹部を形成する。これにより、冷媒が流路内を円滑に循環するようにすることができる。さらに、その凹部の内壁面は、細かい溝や凹凸形状が形成されていることが好ましい。これにより、冷媒と放熱部材との接触面積を大きくし、発光装置の放熱効果を向上させることができる。

#### 【0037】

閉鎖系の流路を有する放熱部材の一例として、例えば、銅やアルミニウム等の金属を材料とし、内部に冷媒を封入させたヒートパイプとすることができる。特に、別の形態において、放熱部材として使用することができるヒートパイプは、例えば、銅やアルミニウム等の金属材料からなる金属管の中に、水、フロン、代替フロン、フロリナート等の熱輸送用の作動液を封入したものであって、入熱部（高温部）で作動液が加熱されて蒸気となり、その蒸気が放熱部（低温側）に移動して液化することによって放熱し、その液化した作動液が毛細管現象により入熱部に戻るといった動作を繰り返すことにより、極めて高い熱伝



導性を実現した熱伝達部材である。

#### 【0038】

放熱部材の形状は、放熱される方向や放熱効果を考慮して種々の形状および大きさとすることができる。例えば、光変換部材が載置される面に対向する流路の内壁面に凹凸形状を形成する。これにより、上記内壁面と冷媒との接触面積は、凹凸形状を形成しないときと比較して大きくなるため、光変換部材からの放熱性が向上する。また、開口部を有するように格子状にされた放熱部材は、平板状の放熱部材の材料に対し、複数の貫通孔をマトリックス状に配列させて形成したものとすることができる。あるいは、複数の細線を格子状に編むことによって、形成することもできる。

#### 【0039】

平板状とされた放熱部材は、放熱部材を形成する板材の熱伝導率を  $C$  [ $W/mK$ ] としたとき、光変換部材に対向する面と流路の内壁面との最短距離  $d$  [ $mm$ ] は、以下の関係式を満たすことが好ましい。

$$0.05 < d < (C/800) \dots (式1)$$

例えば、無酸素銅を材料として放熱部材を形成するとき、 $d$  [ $mm$ ] は、以下の範囲とすることが好ましい。

$$0.05 < d < 0.5 \dots (式2)$$

また、アルミナや窒化アルミニウムのようなセラミックスを材料として放熱部材を形成するとき、 $d$  [ $mm$ ] は、以下の範囲とすることが好ましい。

$$0.05 < d < 0.25 \dots (式3)$$

ここで、 $d$  の値を上限値より大きくすると、放熱部材の熱抵抗が大きくなり、隣接する発光素子同士の熱干渉が顕著に現れてしまうため、発光素子を高密度に実装することができなくなる。また、 $d$  の値を下限値より小さくすると、放熱部材の板材を加工することが容易でなくなる。

#### 【0040】

##### 〔支持部材〕

本形態における支持部材とは、発光素子が載置され、該発光素子に電力を供給する導体配線が施され、他の構成部材の支持体となり、発光装置の機械的強度を維持するためのものである。支持部材は、放熱性、発光装置の出力などを考慮して種々の大きさに形成させ、発光装置の形状に合わせて種々の形状とされる。また、支持部材は、光の配光特性を制御するため、その一部にリフレクタを有していてもよい。

#### 【0041】

支持部材は、例えば、内壁面がテーパ状の凹部を形成し、その内壁面を実装される発光素子に対向させ、発光素子からの光を発光観測面方向に反射させる傾壁としてもよい。また、その傾壁に、発光素子からの光を好適に反射させる反射層を形成してもよい。支持部材は、発光素子から放出された熱を放熱部材側に効率よく放熱させるため熱伝導性がよいことが好ましい。このような熱伝導性のよい材料の例としては、セラミックス、銅、アルミニウムやりん青銅板が単独で用いられる他、それらの表面に銀、パラジウム或いは銀、金などの金属メッキや半田メッキなどを施したものが好適に用いられる。

#### 【0042】

##### 〔半導体発光素子〕

本形態における半導体発光素子は、蛍光体を励起することができる波長の光を発するレーザダイオードや発光ダイオードである。特に、半導体発光素子は、蛍光体を効率よく励起することができる特定の発光波長を発光する発光層を有することが好ましい。

#### 【0043】

半導体発光素子の材料として、 $BN$ 、 $SiC$ 、 $ZnSe$  や  $GaN$ 、 $InGaN$ 、 $InAlGaN$ 、 $AlGaN$ 、 $BAlGaN$ 、 $BInAlGaN$  など種々の半導体を挙げることができる。同様に、これらの元素に不純物元素として  $Si$  や  $Zn$  などを含有させ発光中心とすることもできる。蛍光体を効率良く励起できる紫外領域から可視光の短波長を効率よく発光することが可能な発光層の材料として特に、窒化物半導体（例えば、 $Al$  や  $Ga$  を

含む窒化物半導体、 $\text{In}_x\text{Ga}_{1-x}\text{N}$ や $\text{Ga}_{1-x}\text{In}_x\text{N}$ を含む窒化物半導体として $\text{In}_x\text{Al}_y\text{Ga}_{1-x-y}\text{N}$ 、 $0 \leq x$ 、 $0 \leq y$ 、 $x+y \leq 1$ ) が挙げられる。半導体の構造としては、MIS接合、PIN接合やpn接合などを有するホモ構造、ヘテロ構造あるいはダブルヘテロ構成のものが挙げられる。半導体層の材料やその混晶度によって発光波長を種々選択することができる。また、半導体活性層を量子効果が生ずる薄膜に形成させた単一量子井戸構造や多重量子井戸構造とすることもできる。

#### 【0044】

窒化物半導体を使用した場合、半導体用基板にはサファイア、スピネル、 $\text{SiC}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{ZnO}$ 等の材料が好適に用いられる。結晶性の良い窒化物半導体を量産性よく形成させるためにはサファイア基板を用いることが好ましい。このサファイア基板上にMOCVD法などを用いて窒化物半導体を形成させることができる。サファイア基板上に $\text{GaN}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{GaAlN}$ 等のバッファ層を形成し、その上にpn接合を有する窒化物半導体を形成させる。

#### 【0045】

窒化物半導体を使用したpn接合を有する発光素子の例として、バッファ層上に、n型窒化ガリウムで形成した第1のコンタクト層、n型窒化アルミニウム・ガリウムで形成させた第1のクラッド層、窒化インジウム・ガリウムで形成した活性層、p型窒化アルミニウム・ガリウムで形成した第2のクラッド層、p型窒化ガリウムで形成した第2のコンタクト層を順に積層させたダブルヘテロ構成などが挙げられる。

#### 【0046】

窒化物半導体は、不純物をドーブしない状態でn型導電性を示す。発光効率を向上させるなど所望のn型窒化物半導体を形成させる場合は、n型ドーパントとして $\text{Si}$ 、 $\text{Ge}$ 、 $\text{Se}$ 、 $\text{Te}$ 、 $\text{C}$ 等を適宜導入することが好ましい。一方、p型窒化物半導体を形成させる場合は、p型ドーパントである $\text{Zn}$ 、 $\text{Mg}$ 、 $\text{Be}$ 、 $\text{Ca}$ 、 $\text{Sr}$ 、 $\text{Ba}$ 等をドーブさせる。窒化物半導体は、p型ドーパントをドーブしただけではp型化しにくいいためp型ドーパント導入後に、炉による加熱やプラズマ照射等により低抵抗化させることが好ましい。

#### 【0047】

p型半導体には、発光素子に投入された電流をp型半導体の全領域に広げるための拡散電極が設けられる。さらに、拡散電極およびn型半導体には、バンプや導電性ワイヤのような導電部材と接続するp側台座電極およびn側台座電極がそれぞれ設けられる。

#### 【0048】

半導体発光素子のp側およびn側台座電極は、導電性ワイヤにより絶縁性部材に配される導電性部材や放熱部材と電気的に接続される。あるいは、半導体発光素子は、半田、バンプによりフリップチップ実装され、支持部材や放熱部材と電気的に接続される。

#### 【0049】

また、別の形態に係る半導体発光素子は、窒化物半導体層のみからなるものであって、半導体層の上面と下面に対向電極が形成されている。このような対向電極を有する半導体発光素子は、一方の電極が本形態にかかる放熱部材に対向するように、導電性接着剤を介して固定される。本形態にかかる絶縁性部材は、支持部材との対向面から凹部内にかけて導電性部材が被着されている。したがって、発光素子の一方の電極は、放熱部材と電気的に接続し、他方の電極は、上記導電性部材に対し導電性ワイヤを介して接続される。導電性接着剤の材料として、例えば、銀ペースト、 $\text{Au-Sn}$ や $\text{Ag-Sn}$ のような共晶材が挙げられる。

#### 【0050】

以下、このような対向電極構造を有する半導体発光素子の形成方法を説明する。まずn型窒化物半導体層およびp型窒化物半導体層を上述の半導体素子と同様にして積層後、第1の電極であるp電極とp電極以外のp型窒化物半導体層上に絶縁膜を形成する。他方、この半導体層に貼り合わせる支持基板を準備する。支持基板の具体的な材料としては、 $\text{Cu-W}$ 、 $\text{Cu-Mo}$ 、 $\text{AlN}$ 、 $\text{Si}$ 、 $\text{SiC}$ 等である。貼り合わせ面には密着層、バリア層、共晶層を備えた構造が好ましい。例えば $\text{Ti-Pt-Au}$ 、又は $\text{Ti-Pt-Au-S}$

n等の金属膜を形成する。このような金属膜は共晶により合金化され、後工程で導通層となる。

#### 【0051】

次に支持基板の金属膜を形成した面と窒化物半導体層の表面とを向かい合わせて、プレスしながら熱を加え合金化した後、異種基板側からエキシマレーザを照射するか、又は研削により異種基板を取り除く。その後、窒化物半導体素子を形成するためRIE等で外周エッチングを行い、外周の窒化物半導体層を除去した状態の窒化物半導体素子とする。また、光の取りだし効果を向上させるために窒化物半導体の露出面をRIE等で凹凸（ディンプル加工）を施してもよい。凹凸の断面形状はメサ型、逆メサ型があり、平面形状は、島形状、格子状、矩形状、円状、多角形状などがある。次に、第2の電極であるn電極を前記窒化物半導体層の露出面に形成する。電極材料としては、Ti/Al/Ni/Au、W/Al/WPt/Auなどが挙げられる。

#### 【0052】

##### 〔光変換部材〕

本願発明に利用可能な蛍光体は、発光素子から放出される可視光や紫外光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光するものである。特に、本形態に用いられる蛍光体は、少なくとも半導体発光素子から発光された光によって励起され、波長変換した光を発する蛍光体をいい、該蛍光体を固着させる結着剤とともに光変換部材を構成する。ここで、結着剤としては、例えば、エポキシ樹脂のような透光性樹脂や、透光性の高いシリコン樹脂や金属アルコキシドを出発原料としてゾルゲル法により生成される透光性無機材料とすることもできる。また、光変換部材の放熱部材への塗布方法としては、スクリーン印刷、インクジェット塗布、ポッティング、孔版印刷等種々の形成方法とすることができる。また、蛍光体は、透光性とされた放熱部材に含有させることもできる。以下、本形態の光変換部材に含有させることができる蛍光体について詳述する。

#### 【0053】

##### （アルミニウム・ガーネット系蛍光体）

本実施の形態に用いられるアルミニウム・ガーネット系蛍光体とは、Alを含み、かつY、Lu、Sc、La、Gd、Tb、Eu及びSmから選択された少なくとも一つの元素と、Ga及びInから選択された一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された蛍光体であり、LEDチップから発光された可視光や紫外線で励起されて発光する蛍光体である。

#### 【0054】

例えば、 $YAlO_3 : Ce$ 、 $Y_3Al_5O_{12} : Ce$ 、 $Y_4Al_2O_9 : Ce$ 、 $(Y_{0.8}Gd_{0.2})_3Al_5O_{12} : Ce$ 、 $Y_3(Al_{0.8}Ga_{0.2})_5O_{12} : Ce$ 、 $Tb_{2.95}Ce_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Tb_{0.05}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.94}Ce_{0.05}Pr_{0.01}Al_5O_{12}$ 、 $Y_{2.90}Ce_{0.05}Pr_{0.05}Al_5O_{12}$ 等が挙げられる。さらに、本実施の形態において、特にYを含み、かつCeあるいはPrで付活され組成の異なる二種類以上のイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体（イットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体（以下、「YAG系蛍光体」と呼ぶ。））が利用される。特に、高輝度且つ長時間の使用時には（ $Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Gay)_5O_{12} : Ce$ （ $0 \leq x < 1$ 、 $0 \leq y \leq 1$ 、但し、Reは、Y、Gd、Laからなる群より選択される少なくとも一種の元素である。））などが好ましい。

#### 【0055】

$(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Gay)_5O_{12} : Ce$  蛍光体は、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起スペクトルのピークが470nm付近などにさせることができる。また、発光ピークも530nm付近にあり720nmまで裾を引くブロードな発光スペクトルを持たせることができる。

#### 【0056】

本発明の発光装置において、蛍光体は、2種類以上の蛍光体を混合させてもよい。即ち

、上述したYAG系蛍光体について言えば、Al、Ga、Y、La及びGdやSmの含有量が異なる2種類以上の $(Re_{1-x}Sm_x)_3(Al_{1-y}Ga_y)_5O_{12}:Ce$ 蛍光体を混合させてRGBの波長成分を増やすことができる。また、現在のところ半導体発光素子の発光波長には、バラツキが生ずるものがあるため2種類以上の蛍光体を混合調整させて所望の白色系の混色光などを得ることができる。具体的には、発光素子の発光波長に合わせて色度点の異なる蛍光体の量を調整し含有させることでその蛍光体間と発光素子で結ばれる色度図上の任意の点を発光させることができる。

#### 【0057】

発光層に窒化物系化合物半導体を用いた発光素子から発光した青色系の光と、青色光を吸収させるためボディーカラーが黄色である蛍光体から発光する緑色系の光と、赤色系の光とを混色表示させると所望の白色系発光色表示を行うことができる。発光装置はこの混色を起こさせるために蛍光体の粉体やバルクをエポキシ樹脂、アクリル樹脂或いはシリコーン樹脂などの各種樹脂や酸化珪素、酸化アルミニウムなどの透光性無機物中に含有させることもできる。このように蛍光体が含有されたものは、発光素子からの光が透過する程度に薄く形成させたドット状のものや層状ものなど用途に応じて種々用いることができる。蛍光体と透光性無機物との比率や塗布、充填量を種々調整すること及び発光素子の発光波長を選択することにより白色を含め電球色など任意の色調を提供させることができる。

#### 【0058】

また、2種類以上の蛍光体をそれぞれ発光素子からの入射光に対して順に配置させることによって効率よく発光可能な発光装置とすることができる。即ち、反射部材を有する発光素子上には、長波長側に吸収波長があり長波長に発光可能な蛍光体が含有された色変換部材と、それよりも長波長側に吸収波長がありより長波長に発光可能な色変換部材とを積層などさせることで反射光を有効利用することができる。

#### 【0059】

YAG系蛍光体を使用すると、放射照度として $(E_e) = 0.1 W \cdot cm^{-2}$ 以上1000  $W \cdot cm^{-2}$ 以下の発光素子と接する或いは近接して配置された場合においても高効率に十分な耐光性を有する発光装置とすることができる。

#### 【0060】

本実施の形態に用いられるセリウムで付活された緑色系が発光可能なYAG系蛍光体では、ガーネット構造のため、熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420 nmから470 nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 $\lambda_p$ も510 nm付近にあり700 nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。一方、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物系蛍光体である赤色系が発光可能なYAG系蛍光体でも、ガーネット構造であり熱、光及び水分に強く、励起吸収スペクトルのピーク波長が420 nmから470 nm付近にさせることができる。また、発光ピーク波長 $\lambda_p$ が600 nm付近にあり750 nm付近まで裾を引くブロードな発光スペクトルを持つ。

#### 【0061】

ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換することで発光スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び／又はLaで置換することで、発光スペクトルが長波長側へシフトする。このように組成を変化することで発光色を連続的に調節することが可能である。したがって、長波長側の強度がGdの組成比で連続的に変えられるなど窒化物半導体の青色系発光を利用して白色系発光に変換するための理想条件を備えている。Yの置換が2割未満では、緑色成分が大きく赤色成分が少なくなり、8割以上では、赤味成分が増えるものの輝度が急激に低下する。また、励起吸収スペクトルについても同様に、ガーネット構造を持ったYAG系蛍光体の組成の内、Alの一部をGaで置換することで励起吸収スペクトルが短波長側にシフトし、また組成のYの一部をGd及び／又はLaで置換することで、励起吸収スペクトルが長波長側へシフトする。YAG系蛍光体の励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光スペクトルのピーク波長より短波長側にあることが好ましい。このように構成すると、発光素子

に投入する電流を増加させた場合、励起吸収スペクトルのピーク波長は、発光素子の発光スペクトルのピーク波長にほぼ一致するため、蛍光体の励起効率を低下させることなく、色度ブレの発生を抑えた発光装置を形成することができる。

#### 【0062】

アルミニウム・ガーネット系蛍光体は、以下のような方法で製造することができる。まず、蛍光体は、Y、Gd、Ce、La、Al、Sm、Pr、Tb及びGaの原料として酸化物、又は高温で容易に酸化物になる化合物を使用し、それらを化学量論比で十分に混合して原料を得る。又は、Y、Gd、Ce、La、Sm、Pr、Tbの希土類元素を化学量論比で酸に溶解した溶解液を蓚酸で共沈したものを焼成して得られる共沈酸化物と、酸化アルミニウム、酸化ガリウムとを混合して混合原料を得る。これにフラックスとしてフッ化アンモニウム等のフッ化物を適量混合して坩堝に詰め、空气中1350～1450°Cの温度範囲で2～5時間焼成して焼成品を得、次に焼成品を水中でボールミルして、洗浄、分離、乾燥、最後に篩を通すことで得ることができる。また、別の実施の形態の蛍光体の製造方法では、蛍光体の原料を混合した混合原料とフラックスからなる混合物を、大気中又は弱還元雰囲気中にて行う第一焼成工程と、還元雰囲気中にて行う第二焼成工程とからなる、二段階で焼成することが好ましい。ここで、弱還元雰囲気とは、混合原料から所望の蛍光体を形成する反応過程において必要な酸素量は少なくとも含むように設定された弱い還元雰囲気のことをいい、この弱還元雰囲気中において所望とする蛍光体の構造形成が完了するまで第一焼成工程を行うことにより、蛍光体の黒変を防止し、かつ光の吸収効率の低下を防止できる。また、第二焼成工程における還元雰囲気とは、弱還元雰囲気より強い還元雰囲気という。このように二段階で焼成すると、励起波長の吸収効率の高い蛍光体を得られる。従って、このように形成された蛍光体にて発光装置を形成した場合に、所望とする色調を得るために必要な蛍光体量を減らすことができ、光取り出し効率の高い発光装置を形成することができる。

#### 【0063】

組成の異なる2種類以上のセリウムで付活されたアルミニウム・ガーネット系蛍光体は、混合させて用いても良いし、それぞれ独立して配置させても良い。蛍光体をそれぞれ独立して配置させる場合、発光素子から光をより短波長側で吸収発光しやすい蛍光体、それよりも長波長側で吸収発光しやすい蛍光体の順に配置させることが好ましい。これによって効率よく吸収及び発光させることができる。

#### 【0064】

本実施の形態において使用される蛍光体は、イットリウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体やルテチウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体に代表されるアルミニウム・ガーネット系蛍光体と、赤色系の光を発光可能な蛍光体、特に窒化物系蛍光体とを組み合わせさせたものを使用することもできる。これらのYAG系蛍光体および窒化物系蛍光体は、混合して光変換部材中に含有させてもよいし、複数の層から構成される光変換部材中に別々に含有させてもよい。以下、それぞれの蛍光体について詳細に説明していく。

#### 【0065】

(ルテチウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体)

ルテチウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体とは、一般式  $(Lu_{1-a-b}RaMb)_3(Al_{1-c}Gac)_5O_{12}$  (但し、RはCeを必須とする少なくとも1種以上の希土類元素である。MはSc、Y、La、Gdから選択される少なくとも1種の元素であり、 $0.0001 \leq a \leq 0.5$ 、 $0 \leq b \leq 0.5$ 、 $0.0001 \leq a+b < 1$ 、 $0 \leq c \leq 0.8$ である。) で表される蛍光体である。例えば、組成式が  $(Lu_{0.99}Ce_{0.01})_3Al_5O_{12}$ 、 $(Lu_{0.90}Ce_{0.10})_3Al_5O_{12}$ 、 $(Lu_{0.99}Ce_{0.01})_3(Al_{0.5}Ga_{0.5})_5O_{12}$  で表される蛍光体である。

#### 【0066】

ルテチウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体(以下、「LAG系蛍光体」と呼ぶことがある。)は、次のようにして得られる。蛍光体原料として、ルテチウム化合物、希土類元素Rの化合物、希土類元素Mの化合物、アルミニウム化合物及びガリウム化合物を用

い、各化合物について上記一般式の割合になるように秤取して、混合するか、又はこれら蛍光体原料にフラックスを加えて混合し、原料混合物を得る。この原料混合物をルツボに充填後、還元性雰囲気中、1200～1600℃で焼成し、冷却後、分散処理することにより、上記一般式で表される本発明の蛍光体を得る。

#### 【0067】

蛍光体原料として、酸化物又は熱分解により酸化物となる炭酸塩、水酸化物等の化合物が好ましく用いられる。また、蛍光体原料として、蛍光体を構成する各金属元素を全部又は一部含む共沈物を用いることもできる。例えば、これらの元素を含む水溶液にアルカリ、炭酸塩等の水溶液を加えると共沈物が得られるが、これを乾燥又は熱分解して用いることができる。また、フラックスとしてはフッ化物、ホウ酸塩等が好ましく、蛍光体原料100重量部に対し0.01～1.0重量部の範囲で添加する。焼成雰囲気は、付活剤のセリウムが酸化されない還元性雰囲気が好ましい。水素濃度が3.0体積%以下の水素・窒素の混合ガス雰囲気がより好ましい。焼成温度は1200～1600℃が好ましく、目的の中心粒径の蛍光体を得ることができる。より好ましくは1300～1500℃である。

#### 【0068】

上記一般式において、Rは付活剤であり、Ceを必須とする少なくとも1種以上の希土類元素であって、具体的には、Ce、La、Pr、Nd、Sm、Eu、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Tm、Yb、Luである。RはCeのみでもよいが、CeとCe以外の希土類元素から選ばれる少なくとも1種以上の元素とを含んでいてもよい。Ce以外の希土類元素は、共付活剤として作用するためである。ここで、Rには、CeがR全量に対し70mol%以上含有されていることが好ましい。a値(R量)は、 $0.0001 \leq a \leq 0.5$ が好ましく、0.0001未満では発光輝度が低下し、0.5を越えても濃度消光によって発光輝度が低下する。より好ましくは、 $0.001 \leq a \leq 0.4$ 、さらに好ましくは、 $0.005 \leq a \leq 0.2$ である。b値(M量)は、 $0 \leq b \leq 0.5$ が好ましく、より好ましくは $0 \leq b \leq 0.4$ であり、さらに好ましくは $0 \leq b \leq 0.3$ である。例えば、MがYの場合、b値が0.5を越えると長波長紫外線～短波長可視光、特に360～410nm励起による発光輝度が非常に低下してしまう。c値(Ga量)は、 $0 \leq c \leq 0.8$ が好ましく、より好ましくは $0 \leq c \leq 0.5$ であり、さらに好ましくは $0 \leq c \leq 0.3$ である。c値が0.8を越えると発光波長は短波長にシフトし、発光輝度が低下する。

#### 【0069】

LAG系蛍光体の中心粒径は1～100μmの範囲が好ましく、より好ましくは5～50μmの範囲であり、さらに好ましくは5～15μmの範囲である。1μmより小さい蛍光体は、凝集体を形成しやすい傾向にある。これに対し、5～50μmの粒径範囲の蛍光体は、光の吸収率及び変換効率が高く、光変換部材も形成しやすい。このように、光学的に優れた特徴を有する粒径の大きな蛍光体を含有させることにより、発光装置の量産性も向上する。また、上記中心粒径値を有する蛍光体が頻度高く含有されていることが好ましく、頻度値は20%～50%が好ましい。このように粒径のバラツキが小さい蛍光体を用いることにより、より色ムラが抑制され良好な色調を有する発光装置が得られる。

#### 【0070】

ルテチウム・アルミニウム・ガーネット系蛍光体は300nm～550nmの波長域の紫外線又は可視光により効率よく励起され発光することから、光変換部材に含有される蛍光体として有効に利用することができる。さらに、組成式の異なる複数種のLAG系蛍光体、又はLAG系蛍光体を他の蛍光体とともに用いることにより、発光装置の発光色を種々変化させることができる。半導体発光素子からの青色系の発光と、該発光を吸収し黄色系の発光する蛍光体からの発光との混色により、白色系の混色光を発光する従来の発光装置は、発光素子からの光の一部を透過させて利用するため、構造自体を簡略化できると共に出力向上を行いやすいという利点がある。その一方、上記発光装置は、2色の混色による発光であるため、演色性が十分でなく、改良が求められている。そこで、LAG系蛍光体を利用して白色系の混色光を発する発光装置は、従来の発光装置と比較してその演色性を向上させることができる。また、LAG系蛍光体は、YAG系蛍光体と比較して温度特

性に優れるため、劣化、色ずれの少ない発光装置を得ることができる。

#### 【0071】

##### (窒化物系蛍光体)

本発明で使用される蛍光体は、Nを含み、かつBe、Mg、Ca、Sr、Ba、及びZnから選択された少なくとも一つの元素と、C、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、及びHfから選択された少なくとも一つの元素とを含み、希土類元素から選択された少なくとも一つの元素で付活された窒化物系蛍光体も含むことができる。また、本実施の形態に用いられる窒化物系蛍光体としては、LEDチップから発光された可視光、紫外線、及びYAG系蛍光体からの発光を吸収することによって励起され発光する蛍光体をいう。例えば、 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Zn}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{SrSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{BaSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{MgSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{ZnSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Sr}_2\text{Ge}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Ge}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Mg}_2\text{Ge}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Zn}_2\text{Ge}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{SrGe}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{BaGe}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{MgGe}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{ZnGe}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Sr}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Ba}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Mg}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Zn}_{1.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Ce}$ 、 $\text{Sr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Ba}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{La}$ 、 $\text{Mg}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Zn}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Nd}$ 、 $\text{Sr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Ba}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Tb}$ 、 $\text{Mg}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Zn}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Ge}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Sr}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Ba}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Pr}$ 、 $\text{Mg}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Zn}_{0.8}\text{Ca}_{0.2}\text{Si}_6\text{GeN}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{Y}$ 、 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Pr}$ 、 $\text{Ba}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Pr}$ 、 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Tb}$ 、 $\text{BaGe}_7\text{N}_{10}:\text{Ce}$ などが挙げられるがこれに限定されない。窒化物蛍光体に含有される希土類元素は、Y、La、Ce、Pr、Nd、Gd、Tb、Dy、Ho、Er、Luのうち少なくとも1種以上が含有されていることが好ましいが、Sc、Sm、Tm、Ybが含有されていてもよい。これらの希土類元素は、単体の他、酸化物、イミド、アミド等の状態で原料中に混合する。Mnを用いると粒径を大きくすることができ、発光輝度の向上を図ることができる。

#### 【0072】

特に本蛍光体は、Mnが添加された $\text{Sr}-\text{Ca}-\text{Si}-\text{N}:\text{Eu}$ 、 $\text{Ca}-\text{Si}-\text{N}:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}-\text{Si}-\text{N}:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}-\text{Ca}-\text{Si}-\text{O}-\text{N}:\text{Eu}$ 、 $\text{Ca}-\text{Si}-\text{O}-\text{N}:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}-\text{Si}-\text{O}-\text{N}:\text{Eu}$ 系シリコンナイトライドである。この蛍光体の基本構成元素は、一般式 $\text{L}_x\text{Si}_y\text{N}_{(2/3x+4/3y)}:\text{Eu}$ 若しくは $\text{L}_x\text{Si}_y\text{O}_z\text{N}_{(2/3x+4/3y-2/3z)}:\text{Eu}$  (Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれか。)で表される。一般式中、X及びYは、 $X=2$ 、 $Y=5$ 又は、 $X=1$ 、 $Y=7$ であることが好ましいが、任意のものも使用できる。具体的には、基本構成元素は、Mnが添加された $(\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x})_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Ca}_2\text{Si}_5\text{N}_8:\text{Eu}$ 、 $\text{Sr}_x\text{Ca}_{1-x}\text{Si}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{SrSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ 、 $\text{CaSi}_7\text{N}_{10}:\text{Eu}$ で表される蛍光体を使用することが好ましいが、この蛍光体の組成中には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含有されていてもよい。Lは、Sr、Ca、SrとCaのいずれかである。SrとCaは、所望により配合比を変えることができる。蛍光体の組成にSiを用いることにより安価で結晶性の良好な蛍光体を提供することができる。

#### 【0073】

本蛍光体は、母体のアルカリ土類金属系窒化ケイ素に対して、 $\text{Eu}^{2+}$ を付活剤として用いる。添加物であるMnは、 $\text{Eu}^{2+}$ の拡散を促進し、発光輝度、エネルギー効率、量子効率等の発光効率の向上を図る。Mnは、原料中に含有させるか、又は、製造工程に

Mn単体若しくはMn化合物を含有させ、原料と共に焼成する。

【0074】

蛍光体には、基本構成元素中に、若しくは、基本構成元素とともに、Mg、Ga、In、Li、Na、K、Re、Mo、Fe、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr、O及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上を含有する。これらの元素は、粒径を大きくしたり、発光輝度を高めたりする等の作用を有している。また、B、Al、Mg、Cr及びNiは、残光を抑えることができるという作用を有している。

【0075】

このような窒化物系蛍光体は、発光素子によって発光された光の一部を吸収して黄から赤色領域の光を発光する。窒化物系蛍光体をYAG系蛍光体と共に使用して、発光素子により発光された光と、窒化物系蛍光体による黄色から赤色光とが混色により暖色系の白色系の混色光を発光する発光装置を提供する。窒化物系蛍光体の他に加える蛍光体には、アルミニウム・ガーネット系蛍光体が含有されていることが好ましい。アルミニウム・ガーネット系蛍光体を含有することにより、所望の色度に調節することができるからである。例えば、セリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質は、発光素子光の一部を吸収して黄色領域の光を発光する。ここで、発光素子により発光された光と、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の黄色光とが混色により白色系の混色光を発する。従って、このイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と赤色発光する蛍光体とを、透光性を有する光変換部材中に一緒に混合し、発光素子により発光された青色光、あるいは蛍光体により波長変換された青色光とを組み合わせることで白色系の光を発光する発光装置を提供することができる。特に好ましいのは、色度が色度図における黒体放射の軌跡上に位置する白色系の発光装置である。但し、所望の色温度の発光装置を提供するため、イットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質の蛍光体量と、赤色発光の蛍光体量を適宜変更することもできる。この白色系の混色光を発光する発光装置は、特殊演色評価数R9の改善を図っている。従来の青色発光素子とセリウムで付活されたイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質との組合せのみの白色系発光装置は、色温度 $T_{cp}=4600$  K付近において特殊演色評価数R9がほぼ0に近く、赤み成分が不足していた。そのため特殊演色評価数R9を高めることが解決課題となっていたが、本発明において赤色発光の蛍光体をイットリウム・アルミニウム酸化物蛍光物質と共に用いることにより、色温度 $T_{cp}=4600$  K付近において特殊演色評価数R9を40付近まで高めることができる。

【0076】

次に、本発明に係る蛍光体 $(Sr_xCa_{1-x})_2Si_5N_8:Eu$ の製造方法を説明するが、本製造方法に限定されない。上記蛍光体には、Mn、Oが含有されている。

【0077】

原料のSr、Caは、単体を使用することが好ましいが、イミド化合物、アミド化合物などの化合物を使用することもできる。また原料Sr、Caには、B、Al、Cu、Mg、Mn、MnO、 $Mn_2O_3$ 、 $Al_2O_3$ などを含有するものでもよい。原料のSr、Caは、アルゴン雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。粉碎により得られたSr、Caは、平均粒径が約 $0.1\mu m$ から $15\mu m$ であることが好ましいが、この範囲に限定されない。より混合状態を良くするため、金属Ca、金属Sr、金属Euのうち少なくとも1以上を合金状態としたのち、窒化し、粉碎後、原料として用いることもできる。

【0078】

原料のSiは、単体を使用することが好ましいが、窒化物化合物、イミド化合物、アミド化合物などを使用することもできる。例えば、 $Si_3N_4$ 、 $Si(NH_2)_2$ 、 $Mg_2Si$ などである。原料のSiの純度は、3N以上のものが好ましいが、 $Al_2O_3$ 、Mg、金属ホウ化物( $Co_3B$ 、 $Ni_3B$ 、 $CrB$ )、酸化マンガン、 $H_3BO_3$ 、 $B_2O_3$ 、 $Cu_2O$ 、 $CuO$ などの化合物が含有されていてもよい。Siも、原料のSr、Caと同様に、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。Si化合物の平均粒径は、約 $0.1\mu m$ から $15\mu m$ であることが好ましい。



## 【0079】

次に、Sr、Caを、窒素雰囲気中で窒化する。Sr、Caは、混合して窒化しても良いし、それぞれ個々に窒化しても良い。これにより、Sr、Caの窒化物を得ることができる。また、原料のSiを、窒素雰囲気中で窒化する。これにより、窒化ケイ素を得る。

## 【0080】

Sr、Ca若しくはSr-Caの窒化物を粉碎する。Sr、Ca、Sr-Caの窒化物を、アルゴン雰囲気中、若しくは、窒素雰囲気中、グローブボックス内で粉碎を行う。同様に、Siの窒化物を粉碎する。また、同様に、Euの化合物Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を粉碎する。Euの化合物として、酸化ユウロピウムを使用するが、金属ユウロピウム、窒化ユウロピウムなども使用可能である。このほか、原料のZは、イミド化合物、アミド化合物を用いることもできる。酸化ユウロピウムは、高純度のものが好ましいが、市販のものも使用することができる。粉碎後のアルカリ土類金属の窒化物、窒化ケイ素及び酸化ユウロピウムの平均粒径は、約0.1 μmから15 μmであることが好ましい。

## 【0081】

上記原料中には、Mg、Sr、Ca、Ba、Zn、B、Al、Cu、Mn、Cr、O及びNiからなる群より選ばれる少なくとも1種以上が含有されていてもよい。また、Mg、Zn、B等の上記元素を以下の混合工程において、配合量を調節して混合することもできる。これらの化合物は、単独で原料中に添加することもできるが、通常、化合物の形態で添加される。この種の化合物には、H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>、Cu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、MgCl<sub>2</sub>、MgO・CaO、Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、金属ホウ化物(CrB、Mg<sub>3</sub>B<sub>2</sub>、AlB<sub>2</sub>、MnB)、B<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、Cu<sub>2</sub>O、CuOなどがある。

## 【0082】

上記粉碎を行った後、Sr、Ca、Sr-Caの窒化物、Siの窒化物、Euの化合物Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>を混合し、Mnを添加する。これらの混合物は、酸化されやすいため、Ar雰囲気中、又は、窒素雰囲気中、グローブボックス内で、混合を行う。

## 【0083】

最後に、Sr、Ca、Sr-Caの窒化物、Siの窒化物、Euの化合物Eu<sub>2</sub>O<sub>3</sub>の混合物をアンモニア雰囲気中で、焼成する。焼成により、Mnが添加された(Sr<sub>x</sub>Ca<sub>1-x</sub>)<sub>2</sub>Si<sub>5</sub>N<sub>8</sub>:Euで表される蛍光体を得ることができる。ただし、各原料の配合比率を変更することにより、目的とする蛍光体の組成を変更することができる。

## 【0084】

焼成は、管状炉、小型炉、高周波炉、メタル炉などを使用することができる。焼成温度は、1200から1700℃の範囲で焼成を行うことができるが、1400から1700℃の焼成温度が好ましい。焼成は、徐々に昇温を行い1200から1500℃で数時間焼成を行う一段階焼成を使用することが好ましいが、800から1000℃で一段階目の焼成を行い、徐々に加熱して1200から1500℃で二段階目の焼成を行う二段階焼成(多段階焼成)を使用することもできる。蛍光体の原料は、窒化ホウ素(BN)材質のるつぽ、ボートを用いて焼成を行うことが好ましい。窒化ホウ素材質のるつぽの他に、アルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)材質のるつぽを使用することもできる。

## 【0085】

以上の製造方法を使用することにより、目的とする蛍光体を得ることが可能である。本発明の実施例において、赤味を帯びた光を発光する蛍光体として、特に窒化物系蛍光体を使用するが、本発明においては、上述したYAG系蛍光体と赤色系の光を発光可能な蛍光体とを備える発光装置とすることも可能である。このような赤色系の光を発光可能な蛍光体は、波長が400~600nmの光によって励起されて発光する蛍光体であり、例えば、Y<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、La<sub>2</sub>O<sub>2</sub>S:Eu、CaS:Eu、SrS:Eu、ZnS:Mn、ZnCdS:Ag、Al、ZnCdS:Cu、Al等が挙げられる。このようにYAG系蛍光体とともに赤色系の光を発光可能な蛍光体を使用することにより発光装置の演色性を向上させることが可能である。

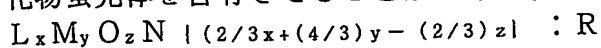
## 【0086】

以上のようにして形成されるアルミニウム・ガーネット系蛍光体、および窒化物系蛍光体に代表される赤色系の光を発光可能な蛍光体は、発光素子の周辺において一層からなる光変換部材中に二種類以上存在してもよいし、二層からなる光変換部材中にそれぞれ一種類あるいは二種類以上存在してもよい。このような構成にすると、異なる種類の蛍光体からの光の混色による混色光が得られる。この場合、各蛍光物質から発光される光をより良く混色しかつ色ムラを減少させるために、各蛍光体の平均粒径及び形状は類似していることが好ましい。また、窒化物系蛍光体は、YAG系蛍光体により波長変換された光の一部を吸収してしまうことを考慮して、窒化系蛍光体がYAG系蛍光体より発光素子に近い位置に配置されるように光変換部材を形成することが好ましい。このように構成することによって、YAG系蛍光体により波長変換された光の一部が窒化物系蛍光体に吸収されてしまうことがなくなり、YAG系蛍光体と窒化物系蛍光体とを混合して含有させた場合と比較して、混色光の演色性を向上させることができる。

#### 【0087】

##### (酸窒化物系蛍光体)

上述の蛍光物質の他、本形態における蛍光物質には、さらに下記の一般式で表される酸窒化物蛍光体を含有させることができる。



ただし、LはBe、Mg、Ca、Sr、Ba、Znからなる群より選択される少なくとも1種の元素を有し、MはC、Si、Ge、Sn、Ti、Zr、Hfからなる群より選択される少なくとも1種の元素を有する。また、Nは窒素で、Oは酸素、Rは希土類元素である。x、y、zは以下の数値を満足する。

$$x = 2, 4, 5 \leq y \leq 6, 0.01 < z < 1.5$$

$$\text{または } x = 1, 6.5 \leq y \leq 7.5, 0.01 < z < 1.5$$

$$\text{または } x = 1, 1.5 \leq y \leq 2.5, 1.5 \leq z \leq 2.5$$

以下、酸窒化物蛍光体の製造方法を説明するが、本製造方法に限定されないことは言うまでもない。まず、所定配合比となるように、Lの窒化物、Mの窒化物および酸化物、希土類元素の酸化物を原料として混合する。各原料の配合比率を変更することにより、目的とする蛍光体の組成を変更することができる。

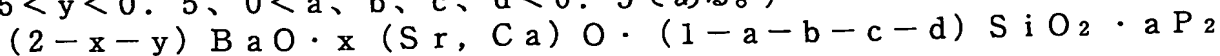
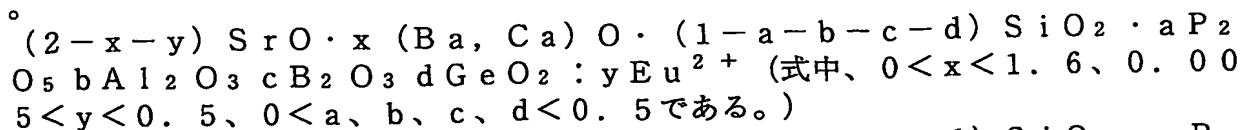
#### 【0088】

次に、上記原料の混合物を坩堝に投入し、焼成を行う。焼成は、管状炉、小型炉、高周波炉、メタル炉などを使用することができる。焼成温度は、特に限定されないが、1200から1700℃の範囲で焼成を行うことが好ましく、1400から1700℃の焼成温度が、さらに好ましい。本蛍光体の原料は、窒化ホウ素(BN)材質の坩堝、ボートを用いて焼成を行うことが好ましい。窒化ホウ素材質の坩堝の他に、アルミナ(Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)材質の坩堝を使用することもできる。また、焼成は、還元雰囲気中で行うことが好ましい。還元雰囲気は、窒素雰囲気、窒素-水素雰囲気、アンモニア雰囲気、アルゴン等の不活性ガス雰囲気等である。以上の製造方法を使用することにより、目的とするオキシ窒化物蛍光体を得ることができる。

#### 【0089】

##### (アルカリ土類金属珪酸塩)

本実施の形態における発光装置は、発光素子が発光した光の一部を吸収し、その吸収した光の波長と異なる波長を有する光を発光する蛍光体として、ユウロピウムで付活されたアルカリ土類金属珪酸塩を有することもできる。アルカリ土類金属珪酸塩は、青色領域の光を励起光とし、暖色系の混色光を発光する発光装置とすることができる。該アルカリ土類金属珪酸塩は、以下のような一般式で表されるアルカリ土類金属オルト珪酸塩が好ましい。



$O_5 b Al_2 O_3 c B_2 O_3 d GeO_2 : y Eu^{2+}$  (式中、 $0.01 < x < 1.6$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 $0 < a, b, c, d < 0.5$ である。)  
 ここで、好ましくは、 $a, b, c$ および $d$ の値のうち、少なくとも一つが $0.01$ より大きい。

#### 【0090】

本実施の形態における発光装置は、アルカリ土類金属塩からなる蛍光体として、上述したアルカリ土類金属珪酸塩の他、ユウロピウムおよび／またはマンガンで付活されたアルカリ土類金属アルミン酸塩や $Y(V, P, Si)O_4 : Eu$ 、または次式で示されるアルカリ土類金属－マグネシウム－二珪酸塩を有することもできる。

#### 【0091】

$Me(3-x-y)MgSi_2O_3 : xEu, yMn$  (式中、 $0.005 < x < 0.5$ 、 $0.005 < y < 0.5$ 、 $Me$ は、 $Ba$ および／または $Sr$ および／または $Ca$ を示す。)

次に、本実施の形態におけるアルカリ土類金属珪酸塩からなる蛍光体の製造工程を説明する。

#### 【0092】

アルカリ土類金属珪酸塩の製造のために、選択した組成に応じて出発物質アルカリ土類金属炭酸塩、二酸化珪素ならびに酸化ユウロピウムの化学量論的量を密に混合し、かつ、蛍光体の製造に常用の固体反応で、還元性雰囲気のもと、温度 $1100^\circ C$ および $1400^\circ C$ で所望の蛍光体に変換する。この際、 $0.2$ モル未満の塩化アンモニウムまたは他のハロゲン化合物を添加することが好ましい。また、必要に応じて珪素の一部をゲルマニウム、ホウ素、アルミニウム、リンで置換することもできるし、ユウロピウムの一部をマンガンで置換することもできる。

#### 【0093】

上述したような蛍光体、即ち、ユウロピウムおよび／またはマンガンで付活されたアルカリ土類金属アルミン酸塩や $Y(V, P, Si)O_4 : Eu$ 、 $Y_2O_2S : Eu^{3+}$ の一つまたはこれらの蛍光体を組み合わせることによって、所望の色温度を有する発光色および高い色再現性を得ることができる。

#### 【0094】

(その他の蛍光体)

本実施の形態において、蛍光体として紫外から可視領域の光により励起されて発光する蛍光体も用いることができ、具体例として、以下の蛍光体が挙げられる。

(1)  $Eu, Mn$ または $Eu$ と $Mn$ で付活されたアルカリ土類ハロゲンアパタイト蛍光体；例えば、 $M_5(PO_4)_3(Cl, Br) : Eu$  (但し、 $M$ は $Sr, Ca, Ba, Mg$ から選択される少なくとも一種)、 $Ca_{10}(PO_4)_6ClBr : Mn, Eu$ などの蛍光体。

(2)  $Eu, Mn$ または $Eu$ と $Mn$ で付活されたアルカリ土類アルミン酸塩蛍光体；例えば、 $BaMg_2Al_{16}O_{27} : Eu, BaMg_2Al_{16}O_{27} : Eu, Mn, Sr_4Al_{14}O_{25} : Eu, SrAl_2O_4 : Eu, CaAl_2O_4 : Eu, BaMgAl_{10}O_{17} : Eu, BaMgAl_{10}O_{17} : Eu, Mn$ などの蛍光体。

(3)  $Eu$ で付活された希土類酸硫化物蛍光体；例えば、 $La_2O_2S : Eu, Y_2O_2S : Eu, Gd_2O_2S : Eu$ などの蛍光体。

(4)  $(Zn, Cd)S : Cu, Zn_2GeO_4 : Mn, 3.5MgO \cdot 0.5MgF_2 \cdot GeO_2 : Mn, Mg_6As_2O_{11} : Mn, (Mg, Ca, Sr, Ba)Ga_2S_4 : Eu, Ca_{10}(PO_4)_6FCl : Sb, Mn$

#### 〔拡散剤〕

本形態において、光変換部材中に上述の蛍光物質に加えて、拡散剤を含有させても良い。また、本形態において、透光性の放熱部材や後述する透光性部材303中に、拡散剤を含有させても良い。具体的な拡散剤としては、チタン酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウム、酸化珪素およびそれらの混合物が好適に用いられる。これにより、良好な指向特

性を有する発光装置が得られる。

#### 【0095】

ここで本明細書中において拡散剤とは、中心粒径が1 nm以上5  $\mu$  m未満のものをいう。1  $\mu$  m以上5  $\mu$  m未満の拡散剤は、蛍光物質からの光を良好に乱反射させ、大きな粒径の蛍光物質を用いることにより生じやすい色ムラを抑制することができ好ましい。一方、1 nm以上1  $\mu$  m未満の拡散剤は、発光素子からの光波長に対する干渉効果が低い反面、光度を低下させることなく樹脂粘度を高めることができる。これにより、蛍光物質含有の樹脂などを所望の場所に滴下することにより光変換部材を形成させる場合、シリンジ内において樹脂中の蛍光物質をほぼ均一に分散させその状態を維持することが可能となり、比較的取り扱いが困難である粒径の大きい蛍光物質を用いた場合でも歩留まり良く生産することが可能となる。このように本発明における拡散剤は粒径範囲により作用が異なり、使用方法に合わせて選択若しくは組み合わせる用いることができる。

#### 【0096】

##### 【フィラー】

更に、本形態において、光変換部材中に蛍光物質に加えてフィラーを含有させても良い。また、本形態において、透光性の放熱部材や透光性部材303中に、フィラーを含有させても良い。これにより、各部材の耐熱衝撃性や放熱性を向上させることができる。

#### 【0097】

具体的な材料は拡散剤と同様であるが、拡散剤と中心粒径が異なり、本明細書においてフィラーとは中心粒径が5  $\mu$  m以上100  $\mu$  m以下のものをいう。このような粒径のフィラーが光変換部材の材料である透光性樹脂中に含有されると、光散乱作用により発光装置の色度バラツキが改善されるだけでなく、透光性樹脂の熱伝導性および耐熱衝撃性を高めることができる。したがって、光変換部材中に蛍光物質に加えてフィラーを含有させることにより、その光変換部材の放熱性を向上させることができる。更に、透光性樹脂の流動性を長時間一定に調整することが可能となり、所望とするところに光変換部材を形成することができ、本形態の発光装置を歩留まり良く量産することができる。また、蛍光物質、フィラーおよび蛍光体の結着剤としての樹脂の混合割合を適宜調整することにより、光変換部材の耐熱衝撃性や放熱性を向上させることができる。

#### 【0098】

また、フィラーは蛍光物質と類似の粒径及び／又は形状を有することが好ましい。ここで本明細書中における「類似の粒径」とは、各粒子それぞれの中心粒径の差が20%未満の場合をいい、類似の形状とは、各粒径の真円との近似程度を表す円形度（円形度＝粒子の投影面積に等しい真円の周囲長さ／粒子の投影の周囲長さ）の値の差が20%未満の場合をいう。このようなフィラーを用いることにより、蛍光物質とフィラーが互いに作用し合い、樹脂中にて蛍光物質を良好に分散させることができ色ムラが抑制される。

#### 【0099】

例えば、蛍光物質及びフィラーは、共に中心粒径が15  $\mu$  m～50  $\mu$  m、より好ましくは20  $\mu$  m～50  $\mu$  mとすることができる。このように粒径を調整することにより、各粒子間に好ましい間隔を設けて配置させることができる。これにより光の取り出し経路が確保され、フィラー混入による光度低下を抑制しつつ指向特性を改善させることができる。

#### 【実施例1】

##### 【0100】

以下、本発明に係る実施例について詳述する。なお、本発明は以下に示す実施例のみに限定されないことは言うまでもない。また、各図面に示す部材の大きさや位置関係などは説明を明確にするために誇張しているところがある。なお、以下の実施例における発光装置において、半導体発光素子へ電力を供給するための導体配線および導電性ワイヤの材料、形状および配置は、種々の形態とすることができ、本明細書中では簡単のため、その説明および図示は省略する。

##### 【0101】

図1は、本実施例にかかる発光装置の模式的な断面図を示す。本実施例にかかる発光装

置 100 は、冷媒の流路 105 を有する放熱部材 102 と、複数の半導体発光素子 104 がマトリクス状に配列されて実装される凹部 106 を有する支持部材 103 とを備える。さらに、上記放熱部材 102 のうち、発光装置 100 から出射される光が観測される面に対して光変換部材 101 が塗布されている。

#### 【0102】

本実施例における半導体発光素子 104 の発光ピーク波長は、365 nm とする。また、光変換部材 101 は、白色系の光を発するように、上述した蛍光体から適宜選択し、混合させたものを含有させてある。放熱部材 102 は、その材料を石英ガラスとし、流路 105 に冷媒を供給するための供給口および排出口（図示せず）を有する。また、支持部材 103 は、無酸素銅からなる板材に加工を施し、凹部 106 が形成されている。

#### 【0103】

以上のように形成された発光装置 100 を水冷治具に実装し、冷媒として純水を供給口から発光装置内の流路へ導入する。

#### 【0104】

本実施例にかかる発光装置に冷却水を循環させ、60 秒電力を供給し、発光素子が発する光密度を  $4.9 \text{ W/cm}^2$  としたところ、出力の減少は確認されない。

#### 【0105】

次に、放熱部材を取り除き、発光素子の光密度に対する光変換部材の温度、発光装置の光出力を測定した。光変換部材の温度は、光変換部材にサーミスタを挿入して測定した。その結果を表 1 に示す。ここで、図 5 (a) は、発光装置に電力を 60 秒だけ供給したことを模式的に示す。また、図 5 (b) は、本実施例にかかる発光装置の相対的な出力の経時変化を模式的に示す。本実施例により、発光素子からの光密度は、 $3.0 \text{ W/cm}^2$  以上とすることができ、光変換部材の温度は、少なくとも  $200^\circ\text{C}$  以下、好ましくは  $120^\circ\text{C}$  以下、さらに好ましくは  $100^\circ\text{C}$  以下に抑えられることが明らかになる。

#### 【0106】

本実施例のような発光装置とすることで、蛍光体を励起する発光素子からの光が短波長でかつ高密度な励起光であっても、蛍光体の自己発熱を無視できる程度に抑制し、光変換効率を最適に維持できる。したがって、本発明は、高輝度な発光をする発光装置とすることができる。

#### 【0107】

##### (比較例)

流路に冷媒を供給しない他は、実施例 1 と同様に発光装置を形成する。この発光装置において、紫外線を発光する発光素子をマトリクス状に凹部内の第 1 の放熱部材に配列させ、その発光素子の約 2 mm 直上に白色系を発光するように蛍光物質が含有された光変換部材部を載置する。発光素子の発光ピーク波長は、365 nm とし、また蛍光体は、白色系の光を発するように、上述の蛍光体から適宜選択し、混合させた。放熱部材の材料は、石英ガラスとし、光変換部材は石英ガラスの発光観測面側表面に塗布した。光変換部材にサーミスタを挿入し、光変換部材部の温度を測定した。発光素子の光密度、発光素子への電力に対する光変換部材の温度、発光装置の光出力を測定し、その結果を以下の表に示す。また、図 5 (a) は、発光装置に電力を時間 60 秒だけ供給したことを模式的に示す。また、図 5 (b) は、発光素子からの各光密度について、発光装置の相対的な光出力の経時変化を模式的に示す。また、図 5 (c) は、発光素子からの各光密度について、光変換部材の温度の経時変化を模式的に示す。

#### 【0108】

【表 1】

比較例 No.	光密度 [W/cm <sup>2</sup> ]	電力 [W]	光変換部材 の温度 [°C]
1	1.5	15	約60
2	2.7	30	約85
3	4.9	70	約120

## 【0109】

比較例1のとき、光変換部材の温度は約60℃であるが、図5(b)に示されるように、光出力は十分安定した。比較例2のとき、光変換部材の温度は約85℃であるが、第2の光である白色光の出力は初期に若干減少するが十分安定した。比較例3のとき、光変換部材の温度は、電力投入して60秒後に約120℃にまで達し、発光装置の出力光は、電力投入して60秒後、初期の75%程度の出力にまで減少したが、その後ある出力で安定する兆候を示した。

## 【実施例2】

## 【0110】

図2は、本実施例にかかる発光装置200の模式的な断面図を示す。本実施例における放熱部材202は、平板状の金属材料とし、発光装置200の発光観測方向から見て、マトリックス状に配列された複数の貫通孔を有する。さらに、光変換部材201は、その放熱部材202のうち、半導体発光素子104からの光が照射される側の面、貫通孔および発光観測面に形成されている。したがって、光変換部材201の中に、放熱部材202が網目状に張り巡らされている状態となっている。また、発光観測方向から見て、放熱部材202あるいは光変換部材201の周辺部は、支持部材103に対して熱的に接続されている。以上のようにする他は、実施例1と同様に発光装置を形成する。本実施例のように構成することにより、実施例1とほぼ同等の効果が得られるだけでなく、光変換部材の中央部から周辺部方向への放熱が促進され、高出力な発光装置とすることができる。

## 【実施例3】

## 【0111】

図3は、本実施例にかかる発光装置300の模式的な断面図を示す。本実施例における光変換部材301および放熱部材302は、ともに透光性部材303の上面および下面のうち、発光装置300からの発光が観測される上面側に配置されている。ここで、本実施例における透光性部材303とは、少なくとも半導体発光素子104からの光を透過させる平板状の材料であり、その具体的な材料は、例えば、ガラスや透光性樹脂等である。また、光変換部材301は、上記透光性部材303を透過してくる発光素子104からの光が照射される領域、すなわち凹部106の開口部の大きさに合わせて形成されている。また、放熱部材302は、その内部に冷媒の流路105を有し、光変換部材301の外縁部を取り囲むように形成されている。ここで、放熱部材302内部の冷媒の流路105は、光変換部材301を取り囲むように形成される。さらに、発光観測方向から見て、透光性部材303の周辺部は、少なくとも支持部材103と接する部分にフィラーを含有させ、熱伝導性が良くしてもよい。以上のようにする他は、実施例1と同様に発光装置を形成する。本実施例のように構成することにより、実施例1とほぼ同等の効果が得られ、発光装置から出射する光の光学特性に放熱部材が影響を及ぼすことがなくなり、さらに高出力な発光装置とすることができる。

## 【実施例4】

## 【0112】

図4は、本実施例にかかる発光装置400の模式的な断面図を示す。本実施例における発光装置400は、半導体発光素子104が載置された支持部材103の凹部106の開口方向に、曲面状とされた放熱部材402を有し、その放熱部材402の内壁面（発光素

子 104 からの光を受ける面) に光変換部材 401 が塗布されている。また、放熱部材 402 の端部は、支持部材 103 と熱的に接続させ、他の端部は、発光装置の出力光が通過できるように、支持部材 103 から離間させておく。このように構成することにより、半導体発光素子 104 からの光 (例えば、図中、破線で示される。) は、光変換部材 401 に入射され、蛍光体により波長変換された光が放熱部材 402 の内壁面にて反射されて発光装置 400 から出力される (例えば、図中、実線で示される。)。以上のようにする他は、実施例 1 と同様に発光装置を形成する。本実施例により、実施例 1 とほぼ同等の効果が得られ、蛍光体により波長変換された光を所望の方向に出射する発光装置とすることができる。

【産業上の利用可能性】

【0113】

本発明は、放熱性に優れ、蛍光体の劣化もないため、信頼性高く高出力な光を発する照明装置として利用可能である。

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図 1】 図 1 は、本発明の一実施例にかかる発光装置の模式的な断面図である。

【図 2】 図 2 は、本発明の一実施例にかかる発光装置の模式的な断面図である。

【図 3】 図 3 は、本発明の一実施例にかかる発光装置の模式的な断面図である。

【図 4】 図 4 は、本発明の一実施例にかかる発光装置の模式的な断面図である。

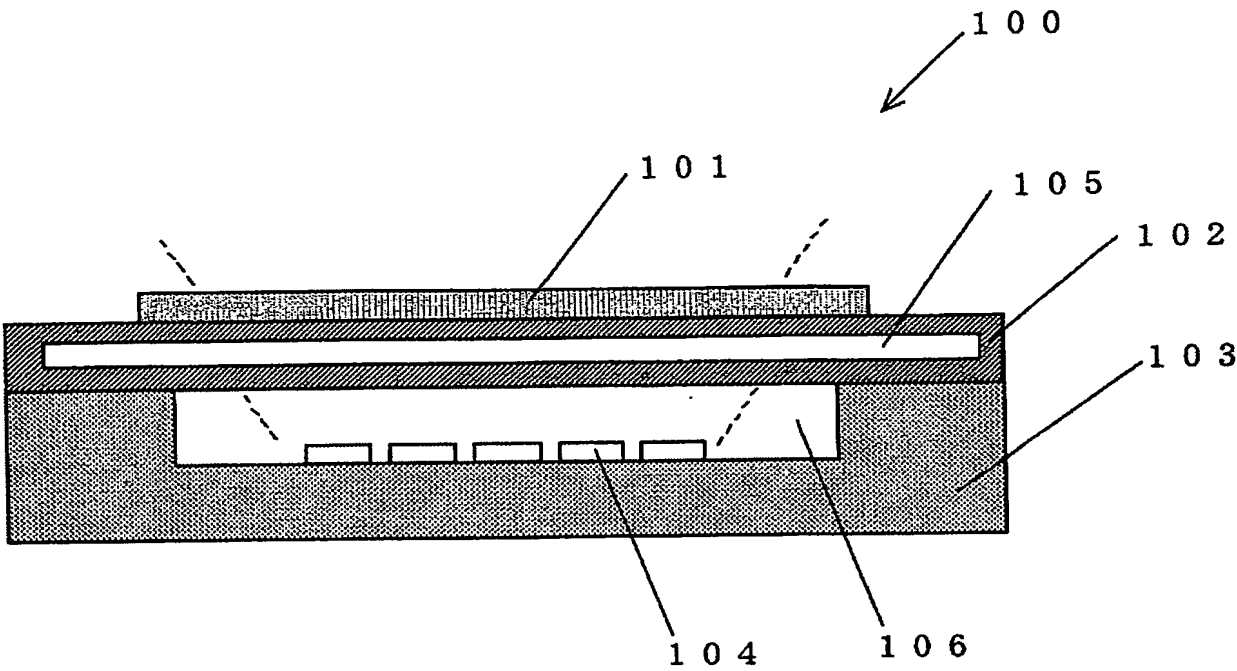
【図 5】 図 5 は、本発明の実施例および比較例にかかる図である。

【符号の説明】

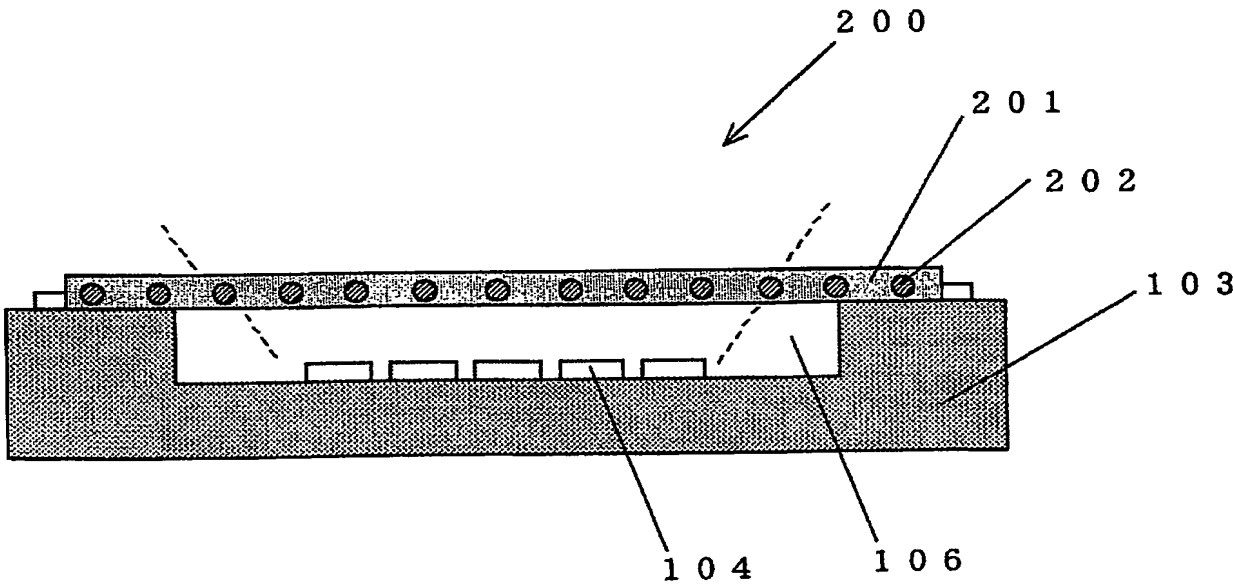
【0115】

100、200、300、400・・・発光装置  
101、201、301、401・・・光変換部材  
102、202、302、402・・・放熱部材  
103・・・支持部材  
104・・・半導体発光素子  
105・・・流路  
106・・・凹部  
302・・・透光性部材

【書類名】 図面  
【図 1】

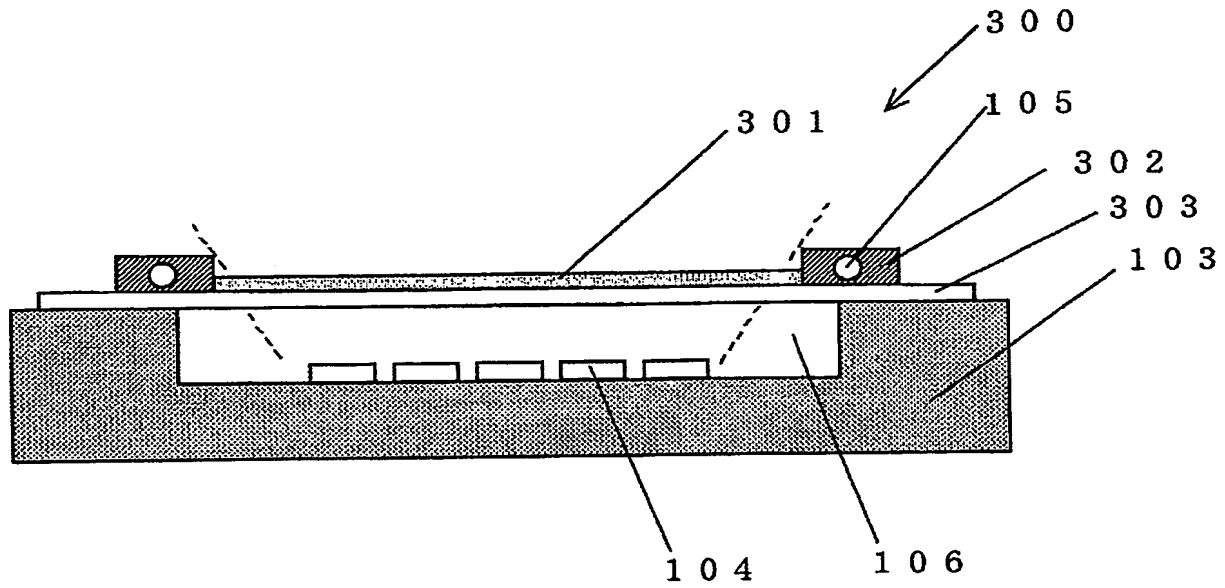


【図 2】

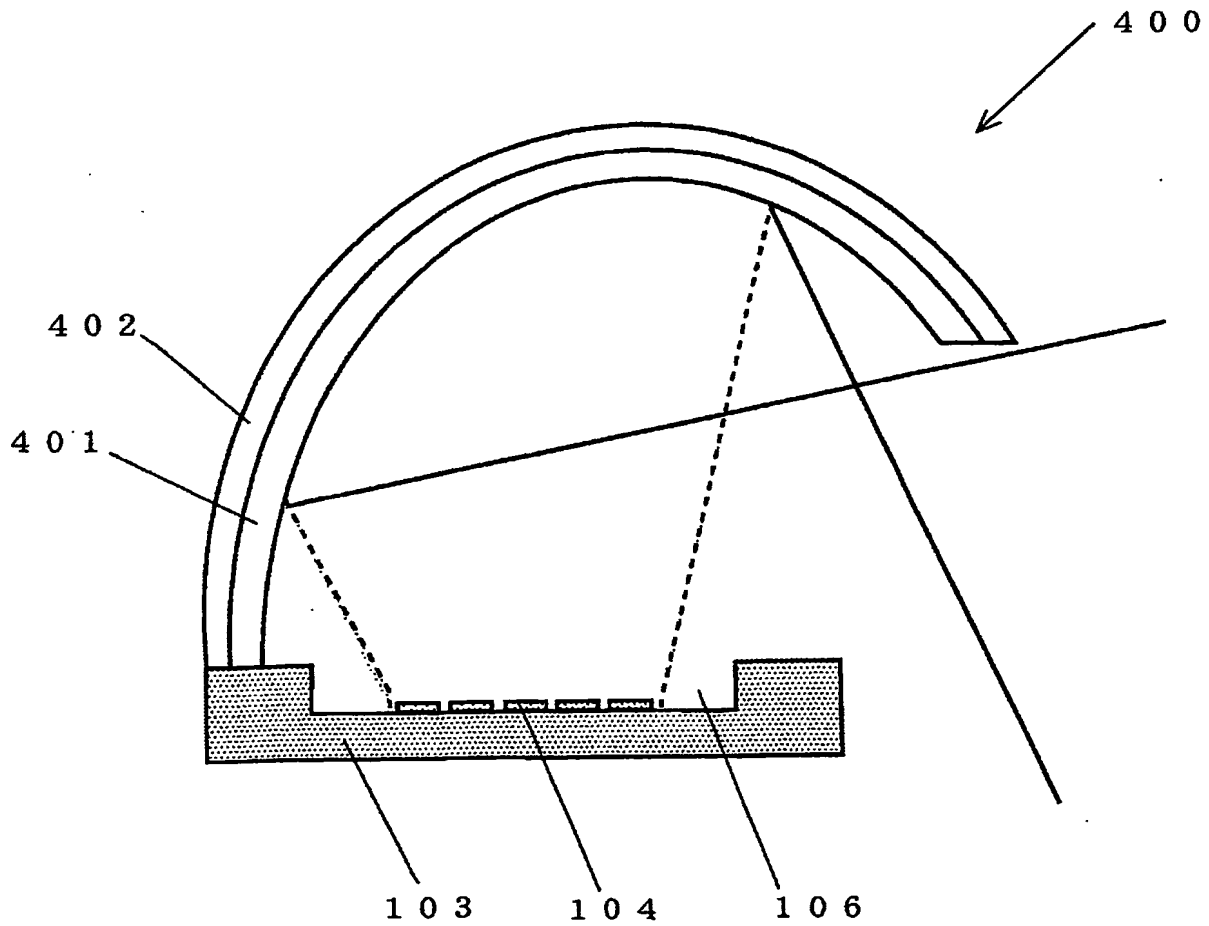




【図 3】

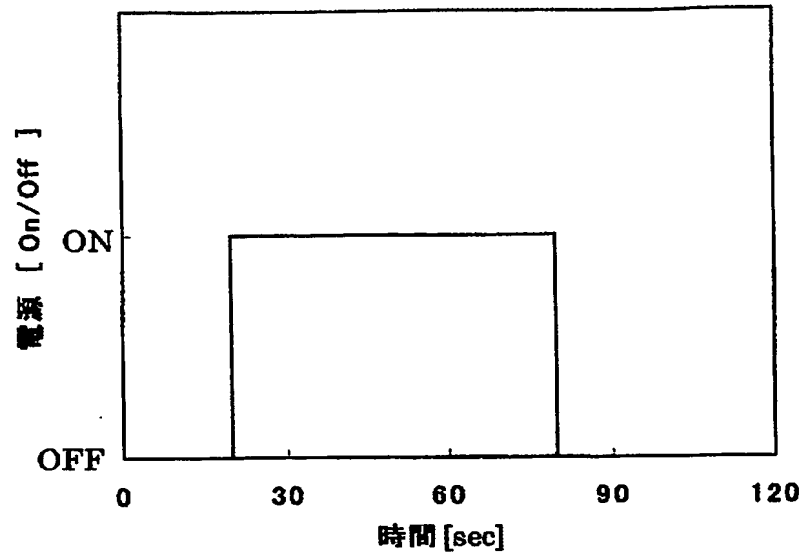


【図 4】

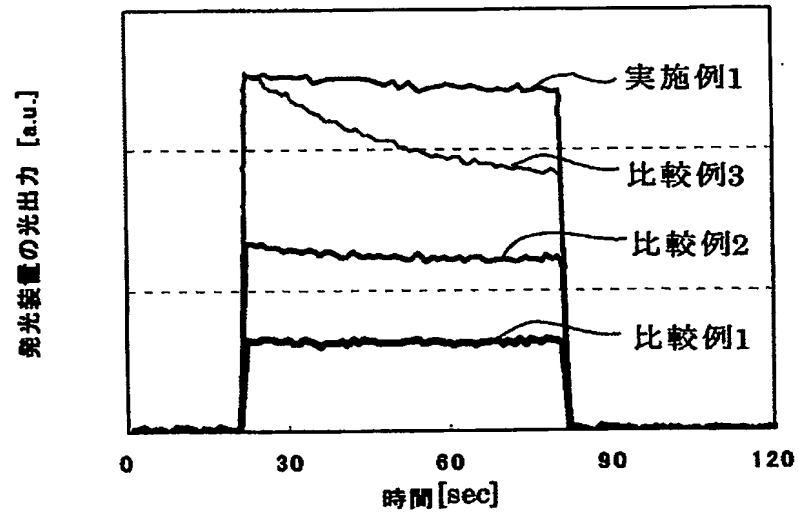


【図5】

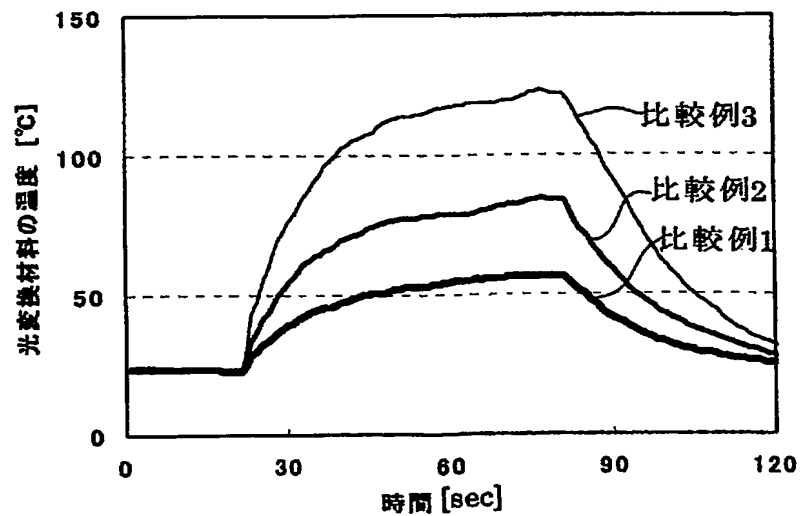
(a)



(b)



(c)



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】

蛍光物質の自己発熱を抑制し、高出力な発光装置とする。

【解決手段】

本発明は、発光素子と、該発光素子からの光の少なくとも一部を吸収し異なる波長を有する光を発する蛍光物質を含有する光変換部材とを備える発光装置であって、該発光装置が上記発光素子の方から見て上記光変換部材を備える側に、さらに放熱部材を有することを特徴とする。さらに、上記放熱部材は、冷媒の流路を有する発光装置である。またさらに、上記放熱部材は、冷媒が導入される供給口と、流路を還流される冷媒が放出される排出口とを少なくとも一対有する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2004-110817
受付番号	50400572955
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成16年 4月 6日

<認定情報・付加情報>

【提出日】 平成16年 4月 5日

特願 2 0 0 4 - 1 1 0 8 1 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 2 2 6 0 5 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 1 8 日

[変更理由]

新規登録

住 所

徳島県阿南市上中町岡 4 9 1 番地 1 0 0

氏 名

日亜化学工業株式会社

# Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP04/015259

International filing date: 15 October 2004 (15.10.2004)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP  
Number: 2004-110817  
Filing date: 05 April 2004 (05.04.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 20 January 2005 (20.01.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland  
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse